

GOP 1 Exercices sur la cohérence temporelle

Exercice 1 : On réalise des interférences à deux ondes avec une lampe à vapeur de sodium. Les deux raies jaunes, de longueurs d'onde $\lambda_1 = 589,0 \text{ nm}$ et $\lambda_2 = 589,6 \text{ nm}$ contribuent.

- Ecrire l'intensité totale sous la forme $I = I_0(2 + \cos(2\pi\nu_1\tau) + \cos(2\pi\nu_2\tau))$, où les ν sont les fréquences des ondes, et où τ est à expliciter en fonction de la différence de marche et de la vitesse de la lumière dans le vide.
- On pose $\Delta\nu = \nu_1 - \nu_2$ et $\nu_0 = (\nu_1 + \nu_2)/2$. Montrer que $I = 2I_0(1 + \cos(\pi\Delta\nu\tau) \cos(2\pi\nu_0\tau))$.
- Pour quelle valeur de la différence de marche la visibilité des franges s'annule-t-elle ? Comment cette valeur est-elle reliée à la longueur de cohérence du doublet du sodium ?

Extrait du BTS GOP 2001 :

2.5. Egalité des chemins optiques. Influence de la monochromaticité de la source.

- 2.5.1. On considère que l'on fait interférer sur l'objet 2 ondes planes monochromatiques, de même fréquence ν , de même amplitude a et que leur déphasage est dû uniquement à la différence δ des chemins optiques des deux trajets. On notera c la vitesse de la lumière dans le vide. L'expression de l'intensité $I(\nu)$ de la vibration résultante en fonction de a , ν et δ .

$$I = 2a^2 \left(1 + \cos \frac{2\pi \cdot \nu \cdot \delta}{c}\right)$$

Calculer les valeurs maximales et minimales I_{\max} et I_{\min} de I .

Que vaut le contraste des franges défini par $C = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}}$?

- 2.5.2. En réalité la source n'est pas parfaitement monochromatique mais elle a une répartition spectrale rectangulaire donnée par la figure 6. La contribution de chaque bande de fréquence ν , de largeur $d\nu$, à l'intensité de la vibration résultante vaut :

$$\rightarrow 0 \text{ si } \nu < (\nu_0 - \Delta\nu/2) \text{ et si } \nu > (\nu_0 + \Delta\nu/2)$$

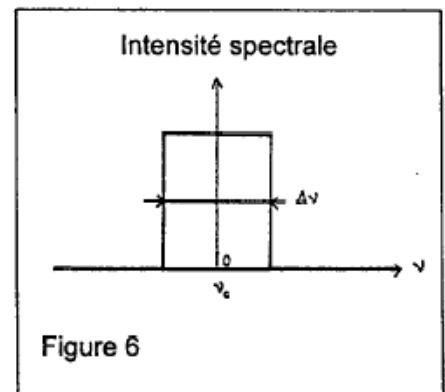
$$\rightarrow dI = I(\nu) d\nu \text{ si } (\nu_0 - \Delta\nu/2) < \nu < (\nu_0 + \Delta\nu/2)$$

où $I(\nu)$ est la fonction obtenue au 2.5.1

On montre que l'intensité I , somme de toutes les contributions, se met sous la forme :

$$I = K \left(1 + \gamma \cdot \cos \frac{2\pi \cdot \nu_0 \cdot \delta}{c}\right) \text{ avec } K \text{ constant et } \gamma = \frac{\sin \frac{\pi \cdot \Delta\nu \cdot \delta}{c}}{\frac{\pi \cdot \Delta\nu \cdot \delta}{c}}$$

Exprimer le nouveau contraste des franges en fonction de γ .



- 2.5.3. Pour quelle valeur minimale de $|\delta|$ notée L_c , obtient-on $\gamma = 0$?

- 2.5.4. Application numérique : calculer la longueur de cohérence L_c .

On donne : $\Delta\nu = 1,4 \cdot 10^9 \text{ Hz}$ ainsi que la célérité de la lumière dans le vide, $c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$.